

**Муниципальный этап всероссийской олимпиады школьников по физике.
2021-22 учебный год. 8 класс. Максимальный балл – 40.**

Задача №1

В реке между пристанями А и Б курсируют 2 корабля. Если первый корабль выплывает из А в Б, а второй одновременно с ним выплывает из Б в А, то они встречаются ровно на половине пути, если наоборот первый выплывает из Б в А, а второй – из А в Б, то второй успевает проплыть лишь 20% от всего расстояния. Определите скорость второго корабля и скорость течения, если скорость первого корабля равна $v_1 = 12$ км/ч. Корабли в обоих случаях выплывают одновременно, река течёт из Б в А.

Автор: Сорокин Антон Петрович

Возможное решение

Время движения кораблей в первом случае одинаковое и равно:

$$t_1 = \frac{0,5L}{v_1 - v_T} = \frac{0,5L}{v_2 + v_T} \quad (1)$$

Отсюда следует, что:

$$v_1 - v_2 = 2v_T \quad (2)$$

Во втором случае время движения кораблей тоже одинаковое и равно:

$$t_2 = \frac{0,8L}{v_1 + v_T} = \frac{0,2L}{v_2 - v_T} \quad (3)$$

Из данного уравнения следует, что:

$$4v_2 - v_1 = 5v_T \quad (4).$$

Решая совместно уравнения (2) и (4), получаем

$$v_T \approx 2,8 \text{ км/ч}, v_2 \approx 6,5 \text{ км/ч}.$$

Критерии оценивания

№	Пункт	Баллы
1	Формула (1)	2 балла
2	Формула (2)	1 балл
3	Формула (3)	2 балла
4	Формула (4)	1 балл
5	Найдена скорость течения	2 балла
6	Найдена скорость второго корабля	2 балла

Задача №2

В лаборатории в теплоизолированном сосуде нагревают 10 литров воды. Мощность нагревателя постоянна и равна $N=1400$ Вт. Студент Гоша снимает зависимость температуры воды от времени и вносит эти данные в таблицу.

На некоторое время Гоша отошел от установки, а уборщица Маргарита Рудольфовна, не подозревая, что в лаборатории идет эксперимент, быстро набрала из этого сосуда водички. Гоша вернулся и продолжил свои записи.

τ , мин	1	1,5	3	3,5	6	7	7,5
t , °C	12	13	16	17	24	28	30

По данным таблицы постройте график зависимости температуры воды от времени и определите:

1. Начальную температуру воды в сосуде.
2. Время, когда Маргарита Рудольфовна набирала воду.
3. Массу воды, оставшейся в сосуде.

Удельная теплоёмкость воды $c=4200$ Дж/кг·°C.

Автор: Порошина Елена Владимировна

Возможное решение

По данным таблицы построим график зависимости температуры воды от времени.

На рис.1 видно, что все точки не лежат на одной прямой. Проведем две прямые, соединив первые четыре точки и последние три (см рис.2).

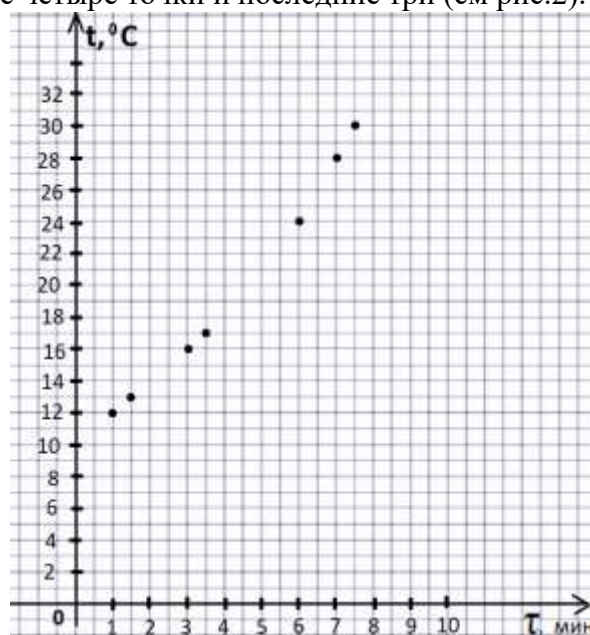


Рис. 1

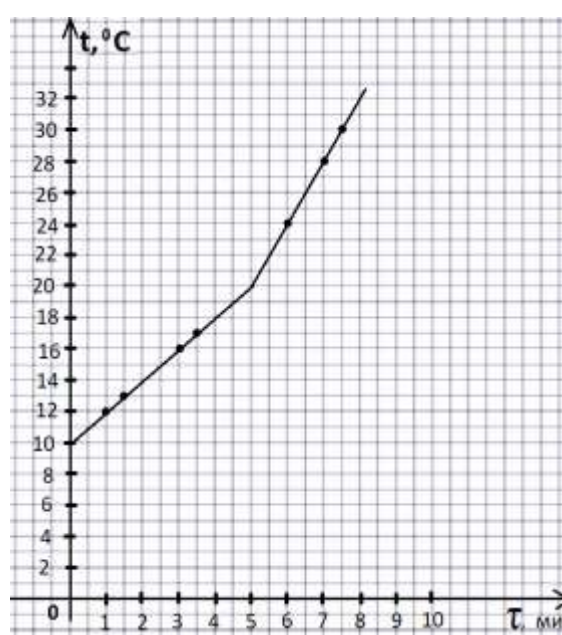


Рис.2

Вопрос №1: Продолжив первый участок графика до пересечения с осью температур, получим значение начальной температуры воды. Получаем, что начальная температура воды в сосуде 10°C .

Вопрос №2: Очевидно, что в момент времени 5 мин изменился угол наклона графика. Значит при неизменной мощности нагревателя скорость нагревания воды увеличилась. Следовательно, в этот момент времени уменьшилась масса воды. Получаем, что уборщица набрала воду в момент времени 5 мин.

Вопрос №3: Количество теплоты, полученное от нагревателя, идет на нагревание воды:

$$Q = cm\Delta T,$$

Кроме того:

$$Q = N\tau.$$

Получаем:

$$N\tau = cm\Delta T.$$

Чтобы найти массу оставшейся воды, рассмотрим второй участок графика – от 5 мин до 7,5 мин. За это время вода нагрелась от 20 до 30 градусов. Подставим эти значения в уравнение:

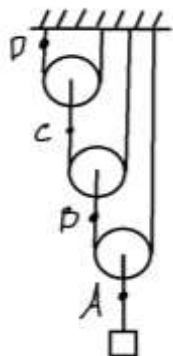
$$m = \frac{N\tau}{c\Delta T} = \frac{1400 \cdot 2,5 \cdot 60}{4200 \cdot 10} = 5 \text{ кг}.$$

Критерии оценивания

№	Пункт		Баллы
1	Построение графика	-верно обозначены обе оси с указанием единиц величин, разумно выбран масштаб;	1 балл
		-правильно нанесены точки;	1 балл
		-соединены точки так, что получены два прямолинейных участка графика под разными углами к оси времени.	1 балл
2	Правильно найдена начальная температура воды		2 балла
3	Обоснован вывод о том, что в момент «перелома» графика изменилась масса воды		1 балл
4	Правильно найдено время изменения массы воды		1 балл
5	Нахождение массы оставшейся воды	-записано выражение для связи мощности нагревателя и скорости изменения температуры	1 балл
		-из графика получены необходимые значения изменения температуры и времени	1 балл
		-получен верный числовой ответ	1 балл

Задача №3

Из трех идеальных блоков собрана конструкция, показанная на рисунке. Груз массой 1 кг закреплен на оси вращения самого нижнего блока. Единственную пружину, жесткостью 100 Н/м, поочередно (сначала в точке А, затем в В, потом в С, и после всего в точке D), закрепляли в разрыв веревки. Первоначально груз удерживали в положении, когда пружина не деформирована, затем плавно опускали, пока он не оказывался в равновесии. Каково будет удлинение пружины в каждом случае? На сколько сантиметров при этом опускался груз?



Автор: Степаненко Евгений Николаевич

Возможное решение

При переходе из точки А в точку В усилие, передаваемое грузом через блок, уменьшается в два раза, собственно, во столько же раз уменьшается и удлинение пружины. Нетрудно заметить, что при удлинении пружины в точке В на 5 см, нижний блок опустится на $5 \text{ см} / 2 = 2,5 \text{ см}$. Далее применяя подобный подход можно получить следующую серию ответов:

Точка А:

Сила, с которой растягивается пружина – 10 Н, ее удлинение составит 10 см, груз опустится также на 10 см.

Точка В:

Сила, с которой растягивается пружина – 5 Н, ее удлинение составит 5 см, груз опустится $5 \text{ см} / 2 = 2,5 \text{ см}$.

Точка С:

Сила, с которой растягивается пружина - 2,5 Н, ее удлинение составит 2,5 см, груз опустится на $2,5 \text{ см} / 4 = 0,625 \text{ см}$.

Точка D:

Сила, с которой растягивается пружина - 1,25 Н, ее удлинение составит 1,25 см, груз опустится на $1,25 \text{ см} / 8 = 0,156 \text{ см}$.

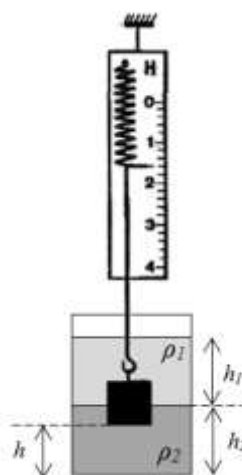
Критерии оценивания

№	Пункт		Балл
1	пружина в точке А	найдено удлинение пружины	0,5
		определено расстояние, на которое опустился груз	0,5
2	пружина в точке В	найдено удлинение пружины	1
		определено расстояние, на которое опустился груз	1
3	пружина в точке С	найдено удлинение пружины	1,5
		определено расстояние, на которое опустился груз	1,5
4	пружина в точке D	найдено удлинение пружины	2
		определено расстояние, на которое опустился груз	2

Задача №4

Ученица 8 класса выполняла экспериментальное задание по исследованию выталкивающей силы различных жидкостей. Для этого она взяла цилиндрический сосуд и налила в него две несмешивающиеся жидкости плотностями ρ_1 и ρ_2 и высотами h_1 и h_2 соответственно. После этого она взяла динамометр, подвесила к нему металлическое тело и начала медленно опускать его в сосуд с жидкостями. В таблицу она вносила показания динамометра F в зависимости от глубины погружения h металлического тела. Определите:

1. Высоты жидкостей h_1 и h_2 .
2. Объем металлического тела.
3. Плотности жидкостей ρ_1 и ρ_2 .



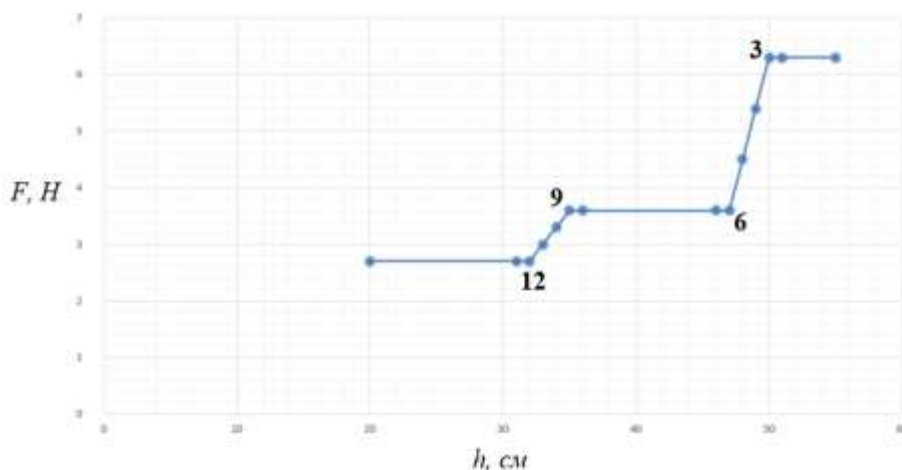
F, Н	h, см
6,3	55
6,3	51
6,3	50
5,4	49
4,5	48
3,6	47
3,6	46
3,6	36
3,6	35
3,3	34
3	33
2,7	32
2,7	31
2,7	20

Примечание. Металлическое тело представляет собой кубик. Объем металлического кубика мал по сравнению с объемом сосуда, поэтому при его погружении в жидкости высоты их уровней не изменяются. Подвес динамометра считать невесомым и пренебрежимо малым по сравнению с размерами металлического кубика. Принять ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$.

Автор: Горюнова Мария Владимировна

Возможное решение

Построим график зависимости $F(h)$.



Проанализируем полученный график. График читаем справа налево.

Для того, чтобы определить, высоты жидкостей h_1 и h_2 , рассмотрим наклонные участки графика. Высоты, при которых начинают изменяться показания динамометра, это высоты, когда нижнее основание кубика оказывается на уровне границы раздела жидкостей. Отсюда $h_1 = 0,50 \text{ м} - 0,35 \text{ м} = 0,15 \text{ м}$, $h_2 = 0,35 \text{ м}$.

Из наклонных участков графика находим высоту металлического кубика. Она же будет являться любой другой стороной кубика: $a = h(3) - h(6) = h(9) - h(12) = 3 \text{ см}$, отсюда $V = a^3 = 27 \text{ см}^3$.

Рассмотрим первый горизонтальный участок графика. На этом участке тело еще не было погружено в жидкость. По нему находим вес тела в воздухе: $F_{\text{тяж}} = 6,3 \text{ Н}$.

По последним двум горизонтальным участкам графика найдем вес тела в жидкостях ρ_1 и ρ_2 :
 $F_1 = 3,6 \text{ Н}$, $F_2 = 2,7 \text{ Н}$.

Найдем силы Архимеда $F_{\text{Арх1}}$ и $F_{\text{Арх2}}$, действующие на тело при полном его погружении в данные жидкости: $F_{\text{Арх1}} = F_{\text{тяж}} - F_1 = 2,7 \text{ Н}$, $F_{\text{Арх2}} = F_{\text{тяж}} - F_2 = 3,6 \text{ Н}$.

Зная $F_{\text{Арх1}}$ и $F_{\text{Арх2}}$, найдем плотности жидкостей ρ_1 и ρ_2 :

$$\rho_1 = \frac{F_{\text{Арх1}}}{gV} = 10\,000 \text{ кг/м}^3, \rho_2 = \frac{F_{\text{Арх2}}}{gV} = 13\,333 \text{ кг/м}^3.$$

Критерии оценивания:

№	Пункт	Баллы
1	Начерчен график зависимости $F(h)$: - подписаны оси - подобран масштаб - нанесены все точки - начерчена верная кривая	2 (за каждый пункт по 0,5 б)
2	Приведено верное рассуждение для поиска h_1 и h_2	1
3	Верно найдены h_1 и h_2	1
4	Приведено верное рассуждение для поиска V	1
5	Верно найден V	1
6	Найдены $F_{\text{Арх1}}$ и $F_{\text{Арх2}}$	2
7	Найдены ρ_1 и ρ_2	2